

Aus der Ophthalmologischen Klinik und Poliklinik der Universität Basel
Vorsteher: Prof. Dr. med. F. Rintelen

Untersuchungen über die Verkehrstüchtigkeit farbsinngestörter Knaben

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät der Universität
Basel

vorgelegt von

CHRISTOPH BALLY

von Schönenwerd/Solothurn

Buchdruckerei Berichthaus, Zürich

1954

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag
von Prof. Dr. med. F. Rintelen

Tag der Promotion: 13. November 1953

Aus der Ophthalmologischen Klinik und Poliklinik der Universität Basel
Vorsteher: Prof. Dr. med. F. Rintelen

Untersuchungen über die Verkehrstüchtigkeit farbsinngestörter Knaben

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät der Universität
Basel

vorgelegt von

CHRISTOPH BALLY

von Schönenwerd/Solothurn



Separatdruck aus der «Zeitschrift für Unfallmedizin und Berufskrankheiten»
II/1954

Untersuchungen über die Verkehrstüchtigkeit farbsinngestörter Knaben

Von *Christoph Bally*

Angesichts des hohen Prozentsatzes farbsinngestörter Menschen ergibt sich im heutigen intensiven Verkehr vermehrt die Frage, inwieweit die zur Verwendung gelangenden Signalzeichen einerseits als auch die Zulassungsbedingungen anderseits der Forderung nach größtmöglicher Verkehrssicherheit aller Beteiligten entsprechen. Da der Ausschluß dieser farbsinngestörten Personen aus dem aktiven Verkehr eine große Zahl Menschen empfindlich treffen würde, hat man von jeher eine Anpassung von seiten der Signalgebung und Signalgestaltung angestrebt, Probleme, denen vor allem *Ahlenstiel* theoretisch und praktisch seine Aufmerksamkeit schenkte.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Versuch unternommen, mit farbsinngestörten, 10jährigen Knaben der Basler Primarschulen, die einem nicht ausgesuchten Material von 1000 Schülern entnommen wurden, anhand von praktischen Sehprüfungen Anhaltspunkte zu gewinnen, das heißt quantitative Vorstellungen über die Verkehrssicherheit dieser Personen zu bekommen. Den Hinweis von *Chappuis*, zu solchen Untersuchungen nur Personen von über 15 Jahren mit Aussicht auf einigermaßen zuverlässige Resultate zu lassen zu können, glaubten wir dabei im Hinblick auf die Verkehrsgewohntheit dieser Großstadtkinder außer acht lassen zu können.

Bei den Untersuchungen wurde in 3 Etappen vorgegangen:

1. Triage des nicht ausgesuchten Materials von 1000 Primarschülern auf Farbsinnstörungen anhand von Untersuchungen mit den Pigmentfarbtafeln von *Ishihara* und *Bostroem-Kugelberg*.
2. Exakte Nachuntersuchung der als farbsinngestört befundenen Kandidaten am Anomaloskop und Einteilung derselben in die Kategorien ihrer Störung anhand der Einstellungsbreite.
3. Durchführung praktischer Sehprüfungen mit den Kandidaten in Gruppen gleicher Störungskategorie.

1. Reihenuntersuchung des nicht ausgesuchten Materials anhand der Pigmentfarbtafeln von Ishihara und Bostroem-Kugelberg

v. Planta führte an einem größeren Material von 2000 Knaben und 3000 Mädchen, ebenfalls der Basler Schulen, solche Untersuchungen mit Pigmentfarbtafeln durch und stellte bezüglich solcher Reihenuntersuchungen das Postulat

- a) eines großen «ungesiebten» Materials,
- b) der Erfassung aller Farbuntüchtigen und
- c) einer sicheren Differentialdiagnose des einzelnen — auf.

Dieser Forderung wurde versucht unter Berücksichtigung der Ergebnisse v. Plantas Rechnung zu tragen. Zur Verwendung gelangten *Ishiharas Test for Color Blindness*, Ausgabe London 1948, sowie Band II B von Bostroem-Kugelbergs «*Tabulae Pseudochromaticae*», Ausgabe 1952.

Die Untersuchung erfolgte in den jeweiligen Schulhäusern bei Tageslicht im Rücken des Kandidaten und einem Leseabstand von 40 cm. Mit Rücksicht auf das Alter der Kinder wurde dabei das Kriterium «richtig» oder «falsch» gelesen insofern nicht starr gehandhabt, als beispielsweise die Zahl 87 als 81 gelesen für «richtig» befunden wurde, da die Kinder als 7 nur eine Zahl mit horizontalem Querstrich kennen. Desgleichen wurden Zahlen, die der Form nach weitgehend richtig gelesen waren — wie 3 statt 8 —, nicht beanstandet, eine Maßnahme, deren Berechtigung sich bereits nach kurzer Praxis aus dem Vergleich mit dem Verhalten manifest Farbsinngestörter ergibt. Das Ergebnis mit der Erfassung von 9% Farbsinngestörter gegenüber den 7,95% der v. Plantaschen Statistik scheint auch in diesem Sinne zu sprechen. Zusammenhänge zwischen der Intelligenz der Prüflinge und den erzielten Ergebnissen zeigen sich zwar dem Untersuchenden, sind aber in Form und Ausmaß zahlenmäßig schwer zum Ausdruck zu bringen.

Von den 1000 an den Pigmentfarbtafeln geprüften Schülern erwiesen sich 90 als farbsinngestört = 9,0 % des Materials.

2. Nachuntersuchung der an den Pigmentfarbtafeln als farbsinn- gestört befundenen Personen am Anomaloskop

Zur Verwendung gelangte bei dieser Untersuchung ein Anomaloskop Modell Schmidt-Haensch, Baujahr 1951. Der einzelnen Untersuchung wurde ein Schema zugrunde gelegt, das in dieser Form an der Augenklinik Basel üblich ist:

1. Teilstrich 0: als welche Farbe empfunden?
2. Teilstrich 90: als welche Farbe empfunden?
3. Ab Teilstrich 0: Gelbempfindung bei welchem Teilstrich?
4. Ab Teilstrich 90: Gelbempfindung bei welchem Teilstrich?
5. Ab Teilstrich 0: Rotempfindung bei welchem Teilstrich?
6. Ab Teilstrich 90: Grünempfindung bei welchem Teilstrich?

Zur Ermittlung der Einstellungsbreite wurde dann die Rot-Grün-Skala in Abständen von je 10 Teilstrichen mit allen Natriumlichtwerten abgetastet und bei Gleichung das Gebiet mit kleineren Werten abgegrenzt.

Bei den in unserem Material zur Beobachtung gekommenen Störungen handelt es sich ausschließlich um anomale Trichromaten und um Dichromaten. Totale Farbenblindheit wurde in keinem Falle festgestellt. Die Einteilung der als gestört befundenen Kandidaten erfolgte im Sinne Köllners in Anomale, extrem Anomale und Anope.

Es geschah dies in Kenntnis der neueren Auffassung *Engelkings* aus rein formalen Gründen, um Vergleiche mit den Ergebnissen *v. Plantas* an dessen Basler Material zu ermöglichen. Personen, deren Einstellungsbreite sich von der Rot = Gelbgleichung oder Grün = Gelbgleichung bis über die Raleighgleichung hinaus erstreckten, wurden im Sinne von *Francheschetti* als ermüdete Extremanomale aufgefaßt.

Die Untersuchung der 90 auf Grund ihres Versagens an den Pigmentfarbtafeln als farbsinngestört befundenen Knaben ergab folgende Aufteilung in die einzelnen Störungskategorien (Tab. 1):

Tabelle 1

Verteilung der Farbsinngestörten in die einzelnen Störungskategorien im Vergleich mit den von v. Planta beobachteten Ergebnissen

Störungskategorie	Anzahl	Prozent	v. Planta (%)
Deuteranomale	41	4,1	3,9
Extremdeuteranomale	6	0,6	0,35
Deuteranope	21	2,1	1,5
Protanomale	11	1,1	0,45
Extremprotanomale	—	—	0,15
Protanope	11	1,1	1,5

v. Plantas Ergebnis von 7,95% farbsinngestörter Knaben (1928) stehen also 9,0% aus unserem um die Hälfte kleineren Material – beide bei Basler Schulen – gegenüber. Die Einzelwerte variieren durchschnittlich um 0,375%. Die Gestörten verteilen sich folgendermaßen auf die einzelnen Hundertergruppen der Untersuchten:

1. Hundert: 7	6. Hundert: 11
2. Hundert: 11	7. Hundert: 6
3. Hundert: 11	8. Hundert: 9
4. Hundert: 8	9. Hundert: 10
5. Hundert: 9	10. Hundert: 8

3. Durchführung praktischer Farbsehprüfungen mit den Kandidaten in Gruppen gleicher Störungskategorie

In diesem experimentellen Teil der Untersuchung wurde versucht, unter einfachen und praktischen Bedingungen das Verhalten der Farbsinngestörten zu beobachten und festzustellen, wie sich die

Normabweichungen in der Praxis des Verkehrs zeigen und wieweit dieselben korrigierende Maßnahmen bedingen. Die Betrachtungen gliedern sich in:

- a) Wahl des Testobjektes
- b) Art und Weise der durchgeführten Tests
- c) Übersicht der Ergebnisse dieser Tests und
- d) Resultate und Schlußfolgerungen.

a) Wahl des Testobjekts

Hier wurden die in Basel zur Verwendung kommenden Verkehrsampeln der Firma *Integra*, Studien- und Projektierungsgesellschaft, Wallisellen, benutzt. Die Wahl erfolgte nicht nur aus der Gegebenheit der lokalen Verhältnisse heraus, sondern auch deshalb, weil diese Lampen, deren Farbscheiben keinerlei Formdifferenz untereinander zeigen, dem Prüfling gewisse Schwierigkeiten bereiten. Während in der Frage der Formgebung der einzelnen Farblichter noch keinerlei internationale Vereinbarungen bestehen, ist dies in bezug auf die Farbe und Stärke des Lichts weitgehend der Fall. Die Farben sind von oben nach unten in der Reihenfolge Rot – Gelb – Grün angeordnet und in ihrer Qualität wie folgt definiert:

1. alle 3 Farbscheiben werden von je einer innenmattierten 230-V-, 60-W-Glühlampe beleuchtet, was bei 230 V eine Farbtemperatur von 2695° Kelvin bedeutet.

2. Die Scheiben, von einem inneren Durchmesser von 178 mm und einem inneren Krümmungsradius von 170 mm strahlen Farben ab, die bei

Rot = 621 μ

Gelb = 593 μ

Grün = 496,8 μ = helle Komponente

490,5 μ = dunkle Komponente

liegen. Die Farben sind somit gut über das sichtbare Spektrum verteilt. Ein satteres Rot könnte nur auf Kosten der Lichtdurchlässigkeit (hier jetzt 14,2%) erzielt werden. Gelb liegt in unmittelbarer Nähe des Natriumlichtes (589 μ). Das Grün der farbtongleichen Wellenlänge von etwa 495 μ liegt im Blaugrünen. Es ließen sich im Gelbgrünen höhere Durchlässigkeiten erzielen, jedoch mit dem Nachteil, daß bei Nebel und starken Niederschlägen die ohnehin schon schwache Blaukomponente weggelassen würde, was zu einem unklaren Signalbild führen müßte. Die Farbscheiben zeigen alle die Kreisform und keinerlei Formkennzeichnung im Sinne der Forderung *Ahlenstiels*, wie dies beispielsweise bei andern Systemen der Fall ist, wo Rot in Kreisform, Gelb in Dreiecksform und Grün in Pfeilform gezeigt wird. Im weiteren Gegensatz zu *Ahlenstiels* Vorschlägen sind die Gläser nicht plan zur Verhinderung eventueller Reflexe bei Sonnenbestrahlung, eine Tatsache, die allerdings durch dach- bis hohlzylinderförmige Blechblenden weitgehend kompensiert wird.

b) Art und Weise der durchgeführten Tests

Bei der Durchführung dieser Untersuchungen wurde so vorgegangen, daß jeder Kandidat je 3 Tests zu je 3 verschiedenen Terminen unterzogen wurde, an welchen jeweils verschiedene Bedingungen herrschten. Diese Termine waren: aa) Wochenbeginn, morgens 8 Uhr, bei Annahme einer weitgehenden Frische und Ausgeruhtheit des Kandidaten; bb) Wochenende, nachmittags, mit Annahme einer gewissen kumulativen Ermüdung durch die vorausgegangene Seharbeit; cc) Untersuchung bei Dunkelheit (21 Uhr).

Bei den Sehversuchen gingen wir von der Überlegung aus, diejenigen Schwierigkeiten zu beobachten, die für den Farbsinngestörten praktisch im Vordergrund

stehen: 1. die Frage der Erkennung der Farbe an sich; 2. der Einfluß des Gesichtswinkels bei dieser Erkennung; 3. die eventuelle Rolle des bei Farbsinngestörten verstärkten Sukzessivkontrastes. Somit hatte der Kandidat bei den Tests, die teils von festem Standpunkt aus, teils vom fahrenden Auto aus durchgeführt wurden – um die Ablenkung zu steigern –, folgende Aufgaben:

Test 1: Ansprache der 3 Signalfarben (Rot – Gelb – Grün) aus 30 m Distanz bei fixiertem Stand. Hierbei wurde versucht, durch Vorhalten einer Pappscheibe und jeweils nur kurze Exposition eine Erkennung der Farbe nur durch ihre Lokalisation, unten, in der Mitte oder oben am Signalmast einzuschränken.

Test 2: Fixation der Farben Rot und Grün aus 30 m Distanz während je zwei Minuten bei ebenfalls fixem Standpunkt. Die Kandidaten waren angehalten, allfällige Phänomene von Farbbänderungen anzugeben.

Test 3: Ansprache wechselnder Signalfarben aus dem fahrenden Auto bei Distanzen von 40, 60 und 100 m. Eine Ansprache erfolgte nach raschem Umfahren einer Straßenecke, eine bei Anfahren auf einer langen Geraden, um die Rolle des Blickwinkels vermehrt zu berücksichtigen. Als bestanden («-») wurde notiert richtiges Ansprechen der Farbe in maximal 0,5 Sekunden. Andernfalls erfolgte Notiz der Verzögerung oder der jeweils gesehenen falschen Farbe.

Während der Untersuchungen waren die Kandidaten in Gruppen ihrer Störungskategorie eingeteilt. Als Kontrolle wurde eine Gruppe von 10 normalsichtigen Knaben mitgeführt. Nach Maßgabe des Materials ergab sich folgende Einteilung:

Gruppen 1 – 3:	je 10 Deuteranomale
Gruppe 4	: 10 Normalsichtige (Kontrolle)
Gruppe 5	: 6 Extremdeuteranomale
Gruppen 6 + 7:	je 10 Deuteranope
Gruppe 8	: 10 Protanomale
Gruppe 9	: 10 Protanope

Die Durchführung der Versuche erfolgte simultan in 4 Equipen, von denen je 2 an dem für die Untersuchung montierten Signalmast außerhalb des Verkehrs und 2 in den Wagen der Verkehrsabteilung des Polizeiinspektorates Basel arbeiteten.

c) Übersicht der Ergebnisse der einzelnen Tests

In Tabelle 2 geben wir eine Zusammenfassung der einzelnen Gruppenprotokolle wieder.

Tabelle 2

Gruppe Name Jahrgang	Wochenbeginn			Wochenende			Nacht		
	T 1	T 2	T 3	T 1	T 2	T 3	T 1	T 2	T 3
1 F.P. 42	-	h	-	-	h	-	-	h	-
f.H. 43	-	h	-	-	h	-	-	h	-
S.W. 43	-	d	gr=ge	-	-	-	-	-	ge=ro
B.J.-P. 43	-	-	-	-	-	-	-	h	-
v.A.H. 42	-	-	-	-	-	-	-	h	-
D.P. 42	-	-	gr	-	-	-	-	-	-
			+0,5"						
S.R. 43	-	-	3×	-	-	-	-	-	-
			+0,5"						
F.R. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	ge=ro
M.R. 42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L.M. 42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 H.M. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H.P. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E.B. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	ge=ro
J.R. 43	-	un- sicher	-	-	un- sicher	-	-	-	ge=ro
E.K. 43	-	d	-	-	d	-	-	-	-
D.M. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	ge=ro
S.U. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	ge=ro
S.R. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N.H.-P. 42	-	-	-	-	-	-	-	-	ge=ro
R.P. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	ge=ro
3 B.W. 43	-	h/d	-	-	-	-	-	h	-
W.P. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K.W. 43	-	-	3×	-	-	-	ro	-	-
			+0,5"				+0,5"	-	-
T.H. 43	-	25": ro	-	-	-	-	-	-	ge=ro
		=ge	-	-	-	-	-	-	ge=ro
Z.R. 42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K.W. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	ge=ro
B.F. 42	-	-	-	-	-	-	-	-	ge=ro
B.B. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S.P. 43	-	-	3×	-	-	3×	-	-	ge=ro
			+0,5"			+0,5"			
G.H. 43	-	d/h	-	-	-	-	-	-	-
4 B.C. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K.A. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A.R. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F.L. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M.P. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M.W. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U.S. 42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M.E. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K.G. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B.R. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Gruppe/Name Jahrgang	Wochenbeginn			Wochenende			Nacht		
	T 1	T 2	T 3	T 1	T 2	T 3	T 1	T 2	T 3
5 S.S. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	ge=ro
S.A. 43	-	h	-	-	-	-	-	-	ge=gr
G.O. 43	-	d/h/d	+1''	-	-	-	-	-	-
B.B. 42	-	h/d/h	-	-	-	-	-	-	ge=ro
S.U. 43	-	-	-	-	-	ge-gr	-	-	ro-gr
H.K. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6 W.K. 43	-	h/d	-	-	h/d	-	-	-	-
I.U. 43	-	d/h	-	-	-	ge=ro	-	-	ge=ro
		/d/h							
M.P. 43	-	h/d/h	ge=ro	-	h/d/h	ge=ro	-	-	ge=ro
T.D. 42	-	h/d	-	-	-	-	-	-	h/dgr
									-bl,
									ge=ro
M.E. 43	-	d/h/d	-	-	-	-	-	-	-
B.A. 43	-	h/d	-	-	-	-	-	-	-
B.P. 43	-	h	-	-	-	-	-	-	-
R.R. 43	-	-	ge-ro	-	-	3x+1''	-	-	ge-ro
M.B. 43	-	d/h/d	-	ge=ro	-	ge=ro	-	-	ge=ro
7 H.M. 43	-	d	-	-	-	-	-	-	-
H.W. 43	-	h/d	ge=ro	-	h	-	-	-	ro=gr
B.M. 43	-	h/d	-	-	-	ge-ro	-	-	-
		/h/d							
G.H. 43	-	h/d	-	-	h	-	-	-	-
Z.P. 43	-	h/d	-	-	h	-	-	h	-
W.R. 43	ro	h	-	-	1,5''	-	-	h	3x
	+2,0''				ro=gr				+1,0''
S.E. 43	-	h	ro	-	h/d/h	-	-	-	gr=bl
			+4,5''						
R.T. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L.W. 43	-	h/d	-	-	-	-	-	-	-
S.R. 43	gr-bl	h	ro-or	-	-	-	-	-	-
8 G.P. 43	-	-	-	-	-	-	gr	-	-
							+2,0''		
G.H. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P.K. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F.B. 42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W.H. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R.M. 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N.U. 43	-	-	-	-	h	-	-	-	ro
									+3,0''
H.A. 43	-	h/d	-	-	-	-	-	-	-
P.E. 43	-	-	-	-	d	-	-	-	-
B.H. 43	-	-	-	-	h/d	-	-	-	-

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Gruppe Name Jahrgang	Wochenbeginn			Wochenende			Nacht		
	T 1	T 2	T 3	T 1	T 2	T 3	T 1	T 2	T 3
9 C.R. 43	—	h	—	—	—	—	—	—	ge=ro
G.R. 43	—	h	—	—	—	—	ro +2,0''	—	ge=ro
R.R. 43	—	—	gr=ro	—	—	—	—	—	ge=ro
V.A.P. 43	—	—	—	ro +2,0''	—	—	—	—	ge=ro
S.E. 42	—	—	—	—	—	—	—	—	ge=ro
M.B. 43	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S.U. 43	—	—	—	ro=or	—	—	—	—	—
R.A. 43	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A.W. 43	—	—	—	ro—or	—	—	—	—	—

Anmerkung zu Tabelle 2: Die Buchstaben h und d bei Test 2 bedeuten jeweils hellere bzw. dunklere Wahrnehmung der betreffenden Farbe hintereinander. Die abgekürzten Farbgleichungen, z. B. ge=ro bedeuten: die links stehende Farbe wurde vom Kandidaten mit der rechts stehenden bezeichnet. Bei Test 3 gilt dies jeweils für alle 3 Distanzen.

Nimmt man aus diesem Protokoll die einzelnen Versagerfälle heraus und teilt sie nach ihrer Art ein, so ergibt sich die folgende Übersicht (Tab. 3):

Tabelle 3

Übersicht der Versagerfälle bei den praktischen Schübungen. Da einzelne Kandidaten in mehreren Tests versagten, sind in der Kolonne «Total» links die Zahl der Fälle, rechts die Zahl der effektiv betroffenen Individuen aufgeführt.

Art des Versagens	Wochen- beginn	Wochen- ende	Nacht	Total	Praktisch gefährdet
1. Bei fixem Standpunkt: Ansprache					
verzögert, richtig	1	1	3	5	5
falsch	1	3	—	4	
2. Helligkeitsvariation der fixierten Farbe empfanden	29	12	8	49	34
3. Auftreten eines Sukzessivkontrastes empfanden	—	1	—	1	1
4. Aus fahrendem Auto: Ansprache					
verzögert, richtig	6	2	2	10	34
falsch	6	5	26	37	

d) Resultat und Schlußfolgerungen

Von 76 farbsinngestörten Knaben absolvierten die Tests

völlig fehlerfrei	17
mit praktisch ungefährlichen Fehlern ..	45
mit praktisch gefährlichen Fehlern	14

Das Kriterium «praktisch gefährdet» wurde so aufgefaßt, daß es Fälle bezeichnet, wo mit 0,5 Sekunden und mehr Verzögerung richtig angesprochen wurde oder die falsche Ansprache den Kandidaten im möglichen Wirklichkeitsfall im Verkehr bei Reaktion auf die falsch angesprochene Farbe – z.B. rot als grün empfunden – praktisch gefährdet hätte. Die 14 «Praktisch Gefährdeten» stellen also 18,20% der farbsinngestörten Testpersonen dar oder 1,4% des gesamten Materials.

Geht man nun von der Feststellung aus, daß a) das untersuchte Material ein relativ kleines ist, b) der Begriff des «Praktisch Gefährdeten» sehr eng gefaßt wurde, und c) der Einfluß des Intellektes nicht erfaßbar ist, so ergeben sich folgende Resultate:

1. Der Gesichtswinkel spielt bei der Erkennung der Farbe eine große Rolle. Die bekannte Aussage, Farbuntüchtige benötigten einen bis zu 12mal größeren Gesichtswinkel, scheint sich insofern auch bei unseren Versuchen zu bestätigen, als die überwiegende Mehrzahl der gefährlichen Versager auf ihn zurückzuführen ist. (Bei der Untersuchung vom Auto aus befand sich am Ende der geraden Fahrstraße in etwa 200 m Distanz eine mit 2 gelben Lampen nachts markierte Baustelle. Die nebenbei auch nach diesen Lampen gefragten Kandidaten sprachen sie in über 90% als rot an.)

2. Der bei Farbsinngestörten vermehrt beobachtete verstärkte Sukzessivkontrast spielt in der Praxis im Sinne der vorliegenden Verhältnisse keine Rolle.

3. Der vermutete Einfluß der progressiven Ermüdung vom Wochenbeginn bis zum Ende und vom Morgen bis zum Abend hat sich in den Versuchen nicht manifestiert. (Obwohl sehr viele Knaben dem Verfasser spontan während der vorausgehenden Untersuchung über Flimmern vor den Augen bei Lesen nach der Schule am Abend klagten.)

Aus diesen Ergebnissen lassen sich folgende zusammenfassende Schlußfolgerungen auf die gesamte Verkehrssituation ziehen:

1. Die exakte Farbandsprache ist dem farbsinngestörten Verkehrsteilnehmer unter den angewendeten, weitgehend allgemeinen Bedingungen als Fußgänger sicher, als Fahrer in weit überwiegender Mehrheit in nützlicher Frist und in einer seine Sicherheit nicht gefährdenden Art und Weise möglich.

2. Die üblichen Verkehrssignale mit den eingangs beschriebenen Eigenschaften genügen in qualitativer Hinsicht den Anforderungen.

3. Der Gesichtswinkel spielt die Hauptrolle unter den dem Farbsinngestörten eigenen Schwierigkeiten. Eine Vergrößerung der Signale wäre daher in Betracht zu ziehen.

Literaturverzeichnis

1. *Helmbold, R.*, in Schieck-Brückner, Kurzes Handbuch der Ophthalmologie, II, 295 ff. — 2. *v. Planta*: Graefes Arch., 120, 253; 1928. — 3. *Duke-Elder*: Text-book of Ophthalmology, II, 1206; 1946. — 4. *Engelking, E.*: Klin. Mbl. Augenheilk. 78, Beilage H, 209; 1927. — 5. *Francheschetti, A.*: Schweiz. med. Wschr. 1278, II; 1928. — 6. *Francheschetti, A.*: «Diagnostische Untersuchungen des Farbensinnes mit dem Polarisationsanomaloskop», in Abderhalden, E.: Lehrbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. 5, H. 6; 1926. — 7. *v. Heß, C.*: Pflügers Arch., 185, 147; 1920. — 8. *v. Heß, C.*: Z. Augenheilk. 43, 28; 1928. — 9. *Nagel*: Z. Augenheilk. 17, 201; 1907. — 10. *Nagel*: «Einführung in die Kenntnis der Farbsinnstörungen und ihre Diagnose», Wiesbaden 1908. — 11. *Vogt*: «Klin. Mbl. Augenheilk. 69, 121 bis 123; 1922. — 12. *Köllner*: Arch. Augenheilk., 78, 302; 1915. — 13. *Ahlenstiel, H.*: Natur und Volk, 79, 123; 1949. — 14. *Chappuis, A.*: Human. Biol. 22, 1; 1950. — 15. *Integra*, Studien- und Projektierungsgesellschaft, Wallisellen (Schweiz), Persönliche Mitteilung der Werkleitung.



